

高城镇化水平地区高、快速路复合通道研究

赵海洋

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘 要:通过对复合通道相关研究的综述,总结了高、快速路复合通道的积极意义,提出复合通道建设的难点主要为通道走廊的选择与布局模式的选取、降低节点复杂程度、解决各系统间的转换需求以及施工组织复杂。并以佛山市广佛新干线复合通道为例简要介绍了上述几个难点的处理思路,最后分析了复合通道建设存在的几个要点问题,为该类型道路的建设提供一定的基础。

关键词:高城镇化水平;复合通道;交通走廊;布局模式

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)06-0029-06

0 引言

我国特大城市已发展到城镇化水平非常高的阶段,郊区城镇化区域也逐渐变多,同时交通呈模式多样化发展趋势,为减少交通系统及各类市政系统对用地的割裂,部分类别的工程规划中采用了共走廊的方式^[1]。复合通道,即多种运输方式集中在同一路线上形成的高效的运输通道,具有节约线位资源,提高土地使用效率等优点,是一种集约化的交通模式。通过同步实施或预留条件,避免客运走廊的二次重复选址,避免对城市发展空间的割裂。尤其在城镇化水平的地区,用地约束下交通分层构建与交通功能加强的需要,使得不同系统间呈现集约化趋势,复合通道应运而生。

本文重点研究的是高速公路系统和快速路系统的复合通道,这个课题实际上是高速公路改扩建的一个衍生课题,随着城镇化水平提高,城市的连绵发展,经济发达地区早期修建的高速公路陆续出现饱和和状态,在交通需求猛增的趋势下,大量高城镇化水平地区面临着高速公路改扩建问题。与此同时,新建或改扩建高速公路布设区域不断被纳入城市的规划建设用地范围,受到占用土地限制,特别是基本农田、生态红线、水务蓝线、拆迁规模等控制因素的限制影响,新建或改扩建高速公路在选线过程中,在城镇区域势必选择与既有地方道路或规划道路共线的布设方案^[2]。

近些年我国学者和工程设计团队陆续开展了复合通道研究和实践,谢山海^[3]以广佛肇高速公路佛山段工程实践为例,提出构建复合通道概念,研究节地型复合通道常见各种模式选型方法,指出复合通道新模式具有应用前景,佛山市出台的全市高快速路网规划(2019—2035年)新增规划15条高速公路全部与既有地方路、新规划快速路共线构筑复合通道。唐森^[4]阐述了高速快速主干路三系统复合通道的可行性,通过分析复合通道的优势和组织难点,给出了三系统道路组织的建议。童恺旻^[5]等总结了广州市高速公路与城市道路建设经验,分析了高速公路与城市道路共用交通走廊的统筹谋划要点,提出复合通道能够减少工程建设用地和拆迁,节约工程投资。

在复合通道走廊规划方面,张宁^[6]在其硕士论文中对高快路一体化布局规划进行了研究,结合高速公路和快速路设施供给特性,分析高快路路网容量,建立高快路规模的回归模型。

在复合通道设计指标等方面,王坤^[7]以深圳市机荷高速改造项目为例,对立体改扩建模式的总体方案和平纵横设计方案进行了研究,同时给出了上下匝道的的设计指标,最后对高速公路改扩建方式的选择模型进行了研究。张怡然^[8]以上海外高桥地区高速公路与快速路复合通道为例,提出出入口布置原则和思路,分析了出入口布置的影响因素。

1 复合通道的意义及各系统功能定位

复合通道是高城镇化水平地区高、快速路网发展到一定阶段后,区域交通供需矛盾、城市化进程与土地资源供给矛盾日趋激烈而采取的一种交通策略,是

收稿日期: 2021-03-22

作者简介: 赵海洋(1988—),女,硕士,工程师,从事道路交通设计工作。

土地资源紧缺下的一种集约化的交通发展模式,能够削弱开辟走廊带来的二重土地分割和征地拆迁,降低交通走廊的选线难度,有利于耕地保护、地块开发、节约造价,提高路网的利用率,增加了沿线地区对外出行的便捷性,能够在一定程度上缓解区域拥堵,对沿线地区的发展起到积极的带动作用。复合通道较为适宜于布设在组团外围或组团间,或作为主城与新城间的联络通道,但不适宜直接穿越核心区,一方面应避免将过大的交通量引入核心区割裂组团,给核心区增加拥堵和噪声、废气污染,一方面也有利于减少控制因素,便于通道布设。

复合通道由高速系统、快速系统,一般还有慢速系统组成,高速系统的主要功能是解决长距离快速通过性的过境交通,兼顾组团对外交流;快速通道主要功能是解决组团间的中长距离快速交流,兼顾组团内部沟通,辅路系统则主要服务地块,解决到发功能。

2 复合通道建设的难点

2.1 走廊的选择与布局模式的选取

复合通道的出发点是多系统、多重功能的复合,以节约用地集约化发展为目的,通常构筑立体的多层通道。高城镇化水平地区由于土地开发密集,一般只能选用既有通道进行改造,选取哪条走廊带、如何最大限度地利用既有道路设施,减少工程废弃,是必须要考虑的重点之一。

走廊的选择首先以规划为依据,在满足规划走廊带的前提下,根据区域的现状实际条件进行布线。需要考虑的因素有交通需求、沿线用地敏感性、区域路网内高等级道路的间距、周边地块发展情况、现状道路条件等。

同时,在设计过程中,不同系统设计标准不同,高速通道线形要求往往更高,快速次之,慢速系统设计指标低。高速通道布线受沿线地块开发、既有设施限制,快速通道布线上因素限制之余,还受高速通道限制,慢速同理。合理选择复合通道的布局模式,能够最大限度节约用地,减少对周边用地的影响,减少既有构筑物的废弃。

2.2 降低节点复杂度

复合通道由三个系统组成:高速系统,地方快速系统和地面辅路系统,沿线相交的道路会有高速公路、其他等级公路、城市快速路、主/次干路、支路等,各系统之间有些有直接转换的需求,有些则通过

间接的转换即可。尤其高速通道与其他非高速系统的衔接,还需要考虑设置收费站等设施。如果节点设置过于频繁或过于集中,会导致主线通行能力和转换效率的下降,节点过于复杂,不符合系统功能的协调。因此节点的设置应系统考虑,按照节点分级、分层有序的原则设置。

高速通道解决长距离过境交通和对外交通,高-高转换节点为高速系统内部转换,应根据交通需求分析设置枢纽互通或分离式立交。高-快转换节点为高速系统与不收费的地方干线系统的转换,主要考虑带有收费站的一般互通,应注意与高高节点的距离,避免多级节点的复合,尽量选取在用地较为宽裕的路段区域解决。高-普转换主要通过高速系统-快速系统-普速系统进行间接转换。

快速通道解决组团间的中长距离交流,辅路则主要服务地块。快-快转换节点主要根据交通和功能需求设置枢纽互通或一般互通。快慢转换应尽量安排在路段范围,设置主-辅进出口。

2.3 解决各系统间的转换需求

为了降低节点复杂度,复合通道应尽量采用路段范围解决系统间的转换需求,高速通道与快速通道通过设置收费站和上下匝道进行连接,快速通道与辅路通过常规的出入口进行沟通。从横向道路的角度,相交的高和快通过立交与复合通道相应等级转换后,再利用上下匝道或出入口逐级与辅路系统连接和疏散,沿线相交的其他低等级道路一般与复合通道辅路衔接,形成地面辅路层的信号控制交叉口或采用右进右出绕行的交通组织。

在复合通道中,快速通道作为高速和普速的中间层,一方面承担着高-快转换,一方面还承担着快-慢转换,若匝道出入口间距过短,出入口设置不合理,快速层通行效率将大打折扣,因此路段上三系统之间的转换匝道同样要系统考虑,避免快速路因交织严重通行能力降低而难以保证自身功能的实现。高-快匝道的设置应尽量考虑在组团之间,一方面利于组团对外出行尽快集散,一方面用地较为容易得到保证。匝道或出入口的设置除尽量满足使用需求外,应尽量先下后上,避免在快速通道上有过多交织。当高-快、快-慢转换、快速系统本身功能发生冲突时,笔者认为应优先满足快速系统本身功能和快-慢转换,而高速系统由于其通过性过境交通的服务性质和匝道用地空间的限制,适当增加一些绕行和不便是可以接受的。

2.4 保通要求高,施工组织困难

受高速通道线形要求、两侧用地等方面影响,复合通道通常会选择现状等级较高的快速路或一级公路进行布线。在高城镇化水平地区,此类道路通常具有现状交通繁忙、环境敏感、用地受限、相交道路多等特点,复合通道路线长,建设规模大,新建或改建过程中既有道路保通要求高,施工交通组织复杂。规划设计过程中要提前做好预案,如周边路网疏散方案、结构物采用预制拼装、昼夜施工组织等方式,尽量缩短施工周期,减少对现状交通的影响。

3 案例介绍

3.1 项目概况

广佛新干线复合通道工程利用现状广佛新干线、兴业路、规划博爱路廊道,形成高速+地面快速通道的复合通道,西起广昆高速与珠二环高速横江立交接入广昆高速,东至广州环城高速黄岐立交,通过广佛放射线二期接入广州内环,全线 33.46 km 横贯佛山东西。道路由三个系统组成,高速通道,采用高速公路标准,规模为双向 6~8 车道,设计车速 100 km/h,地方快速通道,采用一级公路(集散型)标准,分主辅路形式设置,主线双向 6~8 车道,设计车速 60~80 km/h,辅路双向 2~4 车道,设计车速 40~50 km/h。项目区位见图 1。

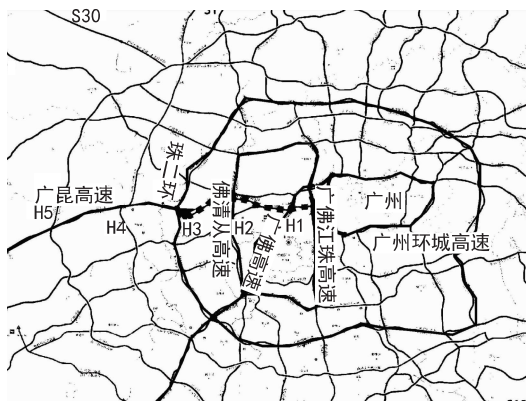


图 1 项目区位图

高速通道自起点黄岐立交处,向西依次与广佛江珠高速、广佛高速、佛清从高速、珠二环高速相交,采用互通进行转换;与河东中心路、规划富强路、虹岭路、三环西路、樵金路等地方干线通过菱形互通等形式实现高快速互通转换。地方快速通道与沿线相交的主要干线通过跨线桥或地道等形式实现快速化改造。全线共设置高-高互通立交 4 处,高-高分离式立交 1 处,高-快互通 4 处,快-快互通 11 处。

3.2 项目背景及规划走廊的选取

广州与佛山接壤边界长约 197 km,中心城区相连,同时两城市产业互补性强,同城化发展经济基础好。随着《广佛同城化战略合作框架协议》、《广佛同城化发展规划》等陆续出台构筑“一核强化、两脊两带携领、多极带动”同城化发展空间布局,广佛同城化发展进入新的发展阶段,形成广州中心城区-南海东南部(大沥、狮山)-佛山中心城区同城化极核中心。

根据《佛山市高快速路网规划(2019-2035 年)研究报告》^[9]交通需求专题,2018 年佛山对外出行需求中,广州方向以 181 万人次/d、同比增长幅度 11% 的压倒性优势远远领先,见图 2。广佛候鸟人口达到 34 万人,居住聚集在佛山南海区、禅城区等地,就业流向广州市中心,每日通勤出行量月 68 万人次/d,占出行总量的 38%。

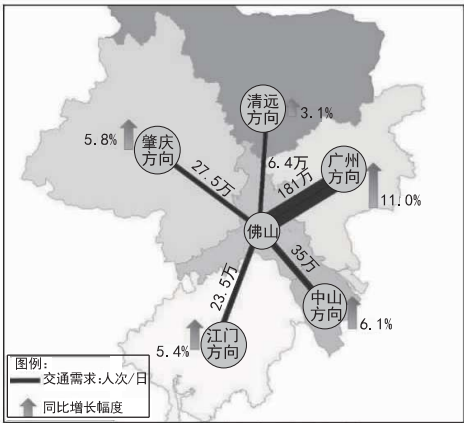


图 2 2018 年佛山市对外出行需求

广佛之间现状高速出行交换总量为 43 万 pcu/d,其中珠三环 9.5 万 pcu/d,西二环北段 13 万 pcu/d,广佛 16 万 pcu/d,广明 12 万 pcu/d,南二环 12 万 pcu/d,服务水平均在四~六级^[9]。

根据交通需求分析,2035 年肇庆、云浮、佛山与广州的东西向沟通将进一步加强,广佛出行需求旺盛。2020 年佛山一环完成了高速化改造,南北向高速通道新增了佛清从和广佛江珠高速,但东西向沟通广州仍显不足。分析高速路网可以发现,目前广佛同城圈区域内“四横”(广佛肇高速、广三-广佛高速、广昆高速、广明高速),“四纵”(西二环高速、佛清从高速(佛山一环西线)、广佛高速、广佛江珠高速(佛山一环东线))高速路网对接广州功能有限。“四横”中仅有广佛肇高速和广三-广佛高速接入广州环城,对接广州中部核心区,而广昆高速止于西二环,广明高速止于佛清从高速,同时,由南经“四纵”

进入广州中部核心区的交通亦均需通过广三—广佛通道,“多源单汇”形成的瓶颈效应,使得广佛高速沙贝段、环城高速北环段交通流量陡增,基本全天均处于交通拥堵状态,路网见图3。



图3 区域高速路网图

可见,东西向快速对接广州方向,完善区域高速路网体系,缓解广三、广佛、环城高速,尤其是沙贝立交的交通拥堵问题已经迫在眉睫。

佛山市的城市结构是多中心的团块发展,随着组团的发展和扩大,各组团目前已呈连绵发展态势,郊区城镇化区域也逐渐变多。开辟新的走廊带无疑会对既有用地造成新的割裂,同时大量的征地拆迁代价太大,已经不适用于广佛这种高城镇化地区。因此在充分分析了对外、过境交通需求、上位规划和既有走廊带用地情况等方面因素后,本工程采用了复合通道的共走廊形式,通过对广三走廊带、广佛路走廊带、兴业路—广佛新干线走廊带、桂丹—海八路走廊带等现状道路线型指标、用地情况、节点衔接条件等因素的分析,综合比选后确定了博爱路—兴业路—广佛新干线的线位走向。博爱路为规划一级公路,双向8车道,目前尚未实施,兴业路和广佛新干线均为现有道路,采用一级公路标准,现状6~10车道,设计速度为80 km/h,局部限速为60 km/h,局部节点设置了菱形立交的形式与相交道路交叉,其余为信号控制交叉口或右进右出交通组织。

本项目作为广昆东延,在极核边界布设横向走廊,较为直接地串联了南海区大沥、狮山、丹灶等组团,加强东西向连接的同时,也对区域发展能起到较为明显的带动作用。广州方面,陆续开展芳村大道快速化改造、黄岐立交改造、广佛放射线、建设大道接大坦沙大桥等项目的研究和建设,使得广州市核心区路网承载力及快速疏散能力也得到了进一步加

强,为打通新的西向出入口奠定了基础^[10]。

3.3 设计的重难点

3.3.1 通道的布局模式

布局模式的选取应根据红线两侧的用地情况因地制宜。总体布设原则为最大限度集约用地,减少两侧用地分割和工程废弃,降低工程造价。由于本工程线路较长,全线断面众多,以下选取几个标准断面简要介绍。

(1)隧道+地面道路

项目中段穿越区段规划地铁4号线、居民区、大浩湖度假区时,由于用地敏感,采用高速通道与快速通道线位分离,高速通道采用明挖+盾构隧道的形式,见图4、图5。

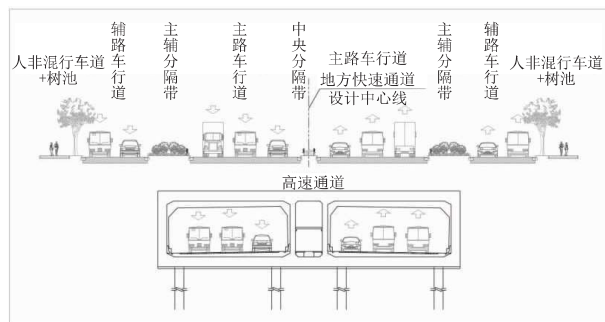


图4 高速明挖段隧道标准断面

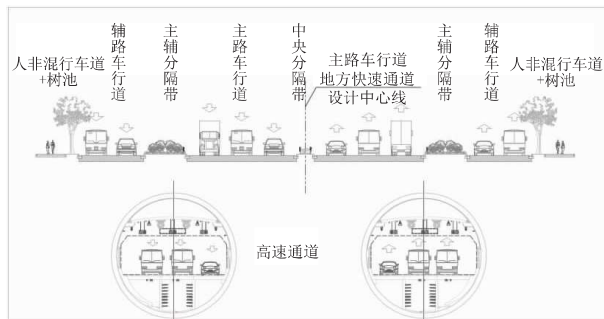


图5 高速盾构段隧道标准横断面

(2)桥梁+地面道路

高速采用高架形式,桥梁的布设相对更加灵活,可采用整幅、分幅、门架墩等不同形式,见图6、图7。

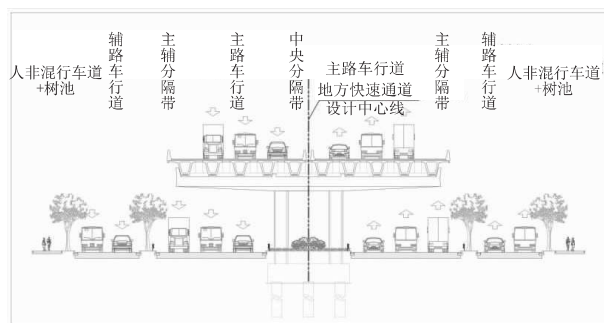


图6 高速采用整幅模式标准断面

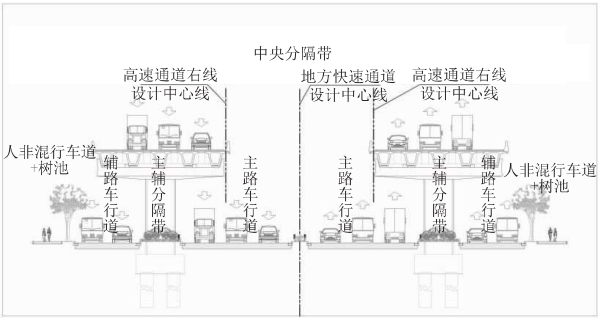


图7 高速通道采用分幅模式标准断面

在相交路节点附近,快速通道主线大多采用菱形立交的形式与相交道路转换,主线采用上跨、下穿相交道路,因此节点处会出现双层桥的断面。

本工程东段,地方快速通道利用原有一级公路改造,沿线部分节点已实施跨线桥或隧道,为了最大可能减少废弃和拆除,节省造价,考虑利用既有构筑物。北侧现状用地以居住区为主,南侧以工业和商业用地为主,为了减少对北侧居住小区的影响,线路整幅偏向南侧,保留北侧半幅跨线桥,南幅向南移动2 m 高速桥墩位置进行重建,见图8。既有隧道节点由于先期建设未考虑中分带立墩空间预留,因此高速通道桥梁采用分幅断面位于现状隧道结构两侧,避让隧道结构和支护的距离,见图9。

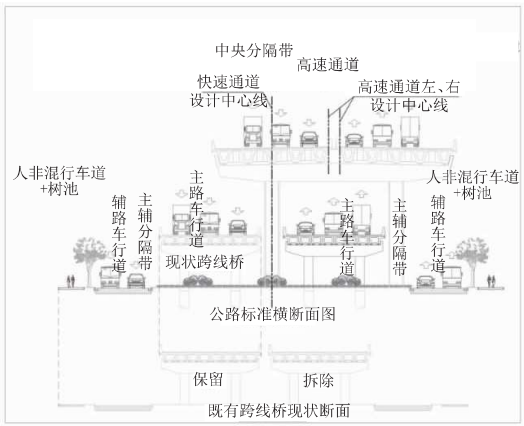


图8 既有跨线桥断面处理方式



图9 既有隧道断面处理方式

3.3.2 互通节点的布设

本文选取大沥佛江互通高-高节点设计进行介绍。

大沥佛江互通为广佛新干线高速与广佛江珠高速(佛山一环东线)交叉节点。现状南北向广佛江珠高速主线上跨地面交叉口,东西向广佛新干线快速通道主线下穿地面层佛山一环东线辅路层,两条辅路在地面层形成平面交叉口,现状为三层立交。新建广佛新干线高速在本节点为分离式高架形式位于既有下穿隧道两侧,节点四个象限用地条件较为紧张,受隧道结构物、跨线桥、既有建筑、过水箱涵、河涌等条件限制,立交布墩条件较差。

考虑区位及相交道路等级等因素,从路网角度分析本节点是沿线最为重要的高高互通节点,通过交通需求分析,各转向流量均较大,应设置全互通枢纽立交。设计中采用了两个方案进行对比,方案一为涡轮型互通,见图10,方案二为直连型立交,见图11。南侧立交匝道均利用既有预留的桥梁结构衔接,北侧立交匝道以门架墩形式位于辅路上方,在满足既有高速出入口间距的位置接入广佛江珠高速主线。快速层利用原有跨线桥和地道,辅路层维持信号平交。



图10 方案一:涡轮型立交

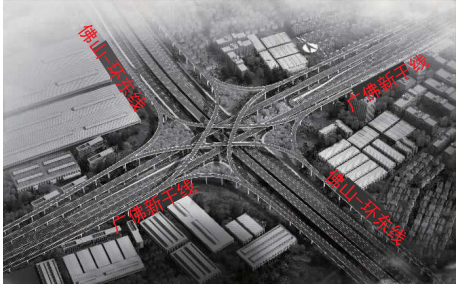


图11 方案二:直连型立交

方案比选见表1,涡轮型立交匝道基本与南北向跨线桥及东西向隧道结构物垂直,层次布置较为适中,匝道层均可下穿最上层广佛新干线高速,立交地面以上共四层,但占地相对较大,为了尽量避让拆迁匝道线型指标较低。直连型指标较高,但由于要在隧道与主线之间预留匝道立墩距离,导致新增拆迁过

多,且层次较高,地面以上五层,因此采用涡轮型立交作为推荐方案。

表 1 立交比选表

序号	比选内容单位	方案一	方案二
1	长度 /m	6 775	8 530
2	圆曲线最小半径 /m	90	130
3	最大纵坡 /%	4.0	4.0
4	占地面积 /hm ²	13.7	11.8
5	拆迁商业工业 /m ²	11 813	19 365
6	拆迁住宅 /m ²	0	11 160

3.3.3 系统间的转换

本文高-快连接选取端点的黄岐收费站和路中的大沥互通进行简要介绍。

黄岐收费站是高速通道的起点,位于衔接广州环城高速的黄岐立交以西,广州环城高速西段目前已取消收费,主线为高架形式,现状黄岐立交为广佛新干线快速通道与广州环城高速衔接的全互通立交,目前正处于施工当中,为了最大限度利用现状在建设施,并尽量降低节点复杂程度,本节点设计广佛新干线高速经过收费站后落地与广佛新干线快速通道整合,作为高速通道的端点。整合后经黄岐立交转向与广州环城高速相连,直行即可通过在建广佛放射线二期、一期工程逐步进入广州核心区。

受道路现状两侧用地限制,本节点采用桥梁收费站位于快速路上方,经过收费后落地与快速通道整合,见图 12。本节点重点是做好下游的疏散,避免高速+快速多车道整合过程中的交织和拥堵,要保证下游的通行能力的匹配。本节点收费站终点距离黄岐立交节点约 2 km,衔接节点尽量在路段设置,距离前后交叉口、块-慢衔接点保证一定的距离,避免交织段过短。

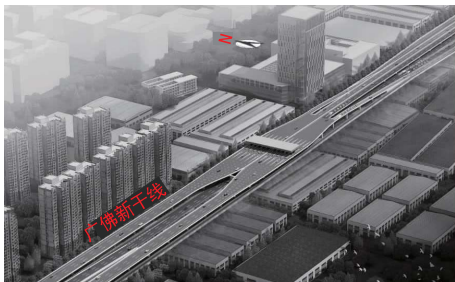


图 12 黄岐收费站效果图

大沥互通是非端点的高-快转换,尽量选择用地宽裕的组团间路段区域进行布设收费站上下匝道。匝道布设形式充分考虑连接的需求、用地等情况影响。如图 13 所示,西侧受机场限高、隧道接地点、

上下游出入口间距等控制,采用较紧凑的先下后上的地面收费站匝道,也是一种较为节地的设计方式。



图 13 大沥互通高快衔接

3.3.4 施工组织

本项目除西段博爱路线位利用规划道路、隧道段盾构穿越大浩湖区段外,其余均利用现状道路增设高速层,地面道路相应进行改造。现状兴业路、广佛新干线交通繁忙,高峰小时几近饱和状态,相交节点较多,为减少大规模施工对现状道路运营的影响,高速层桥梁采用预制拼装技术,通过工厂化生产,构件标准化程度高,质量有保证,现场装配化施工快速便捷、对既有交通和周围环境影响小,局部特殊节点可采用夜间装配施工,做到最大限度减少施工影响,预制拼装技术工期、成本可控,能够节约人工、降低事故风险,提升工程品质。

4 复合通道存在的几点问题

复合通道是土地资源紧缺下的一种集约化的交通发展模式,有它的优势,但同样存在一些问题。第一,复合通道同样会带来城市用地的割裂,相交道路无法直接穿越、增加绕行距离,道路两侧沟通的不便在给周边起到带动作用的同时也使沿线居民丧失了一部分生活的便利性。第二,复合通道的末端有两种形式,一种是各系统在一定区域解除复合,各自衔接到各自系统里去;另一种则是高、快、慢系统在末端合并后汇入某一个单一的系统,后一种末端的处理一定要解决系统合并后的路网疏散能力,避免出现拥堵节点。第三,复合通道在建设前要做好需求分析,避免因高、快系统客流竞争,导致高速系统使用不足造成工程浪费。第四,我国高速系统和城市道路系统建设和管理通常分属不同部门,因此在建设过程中会存在较多部门的对接和审批,建议后续建设过程中加强部门的沟通协作。

5 结 语

复合通道在高城镇化水平地区具有一定的应用前景,目前上海、广州、佛山等地都有实践工程案例。

(下转第 44 页)

化用地。

8.3 方案比较

通过方案对比可以看出,方案一重点考虑兴柳路与柳石路之间的转向交通流向需求,兴柳路、高速出入口和柳石路形成异形平面交叉,服务水平和通行能力均很有限,且匝道设计速度、服务水平均较低;方案二虽然征地和工程规模相对较大,但是能实现本节点内兴柳路、高速出入口和柳石路之间的全互通,立交全范围内无冲突点存在,交通功能远远优于方案一(见表2)。因此,综合考虑,本次推荐采用服务水平更高、交通功能更全面的方案二。

9 结 论

城市道路立体已成为城市中必不可少的组成部分,立交形式的选择是否合理关系重大。立交形式的选择需因地制宜,综合考虑各种控制因素,在满足交

表2 立交方案评价与比较

比较项目	方案一	方案二
交通功能	重点考虑兴柳路与柳石路之间的转向交通流向需求,兴柳路、高速出入口和柳石路形成异形平面交叉,服务水平和通行能力均很有限	本方案能实现本节点内兴柳路、高速出入口和柳石路之间的全互通
设计车速 线型标准	半定向匝道最小半径 55 m,车速 40 km/h	半定向匝道最小半径 95 m,车速 50 km/h
匝道最大超高 /%	6	4
占地面积 /hm ²	6.23	14.93
立交层次 /层	3	3
拆迁面积 /m ²	1 920	1 920
匝道桥长 /m	1 660	2 106

通功能的前提下,减少拆迁和征地,确保项目实施的可行性,力争达到与周围环境相协调、造型美观,创造出更满足人们生活需求的立交形式。

(上接第34页)

本文对复合通道出现的背景和近年来相关研究做了综述,总结了其积极意义、梳理了复合通道建设的难点,最后以佛山市广佛新干线复合通道的案例简要介绍了上述几个难点的处理思路,并提出了几点复合通道存在的问题,希望对以后该类型道路的建设提供一定的基础。

参考文献:

- [1] 唐梦佳.特大城市的复合交通通道模式及其适应性研究——以上海为例[J].交通与运输,2020,33(S1):23-27.
- [2] 方钰堃.高速公路与地方道路共线段高架断面布设方式分析[J].智能城市,2019,5(18):54-55.
- [3] 谢山海.高速公路复合通道建设新模式研究[J].公路交通科技(应用技术版),2020(3):353-356.
- [4] 唐森.城市道路系统复合通道可行性研究[J].交通与运输,2020,33(S1):6-8.
- [5] 童恺旻,李翔.高速公路与城市道路公用交通走廊研究[J].城市道桥与防洪,2019(4):1-5.
- [6] 张宁.大城市高速公路和快速路一体化布局规划研究[D].江苏南京:东南大学,2016.
- [7] 王坤.经济发达地区高速公路城市化改造模式研究——以深圳机荷高速改造项目为例[D].江苏南京:东南大学,2018.
- [8] 张怡然.高快速路复合通道出入口布置策略——以上海外高桥地区为例[J].交通与运输,2020,33(S1):101-105.
- [9] 佛山市交通运输局.佛山市高快速路网规划(2019-2035年)研究报告[Z].佛山:佛山市交通运输局,2020.
- [10] 湖南省交通规划勘察设计院有限公司.广佛新干线高速公路工程可行性研究报告[Z].2020.